

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS CON LA SEROEPIDEMIOLOGÍA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN SAN LUIS POTOSÍ

MANAGEMENT PRACTICES ASSOCIATED TO THE SEROEPIDEMIOLOGY OF SHEEP PARATUBERCULOSIS IN SAN LUIS POTOSÍ

Morón-Cedillo, F. J.¹; Cortez-Romero, C.^{1*}; Santillán-Flores, M.A.²; Figueroa-Sandoval, B.¹; Gallegos-Sánchez, J.³

¹Colegio de Postgraduados. *Campus* San Luis Potosí, Agustín de Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P., MEXICO. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENID) en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Palo Alto, México D.F. MEXICO. ³Colegio de Postgraduados. *Campus* Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. MEXICO.

*Autor de correspondencia: ccortez@colpos.mx

RESUMEN

Se identificaron prácticas de manejo de rebaño asociadas con la seroprevalencia de paratuberculosis (Ptb) en ovinos en san Luis Potosí, México. Se diagnosticaron 242 muestras sanguíneas de ovejas usando la prueba de inmunodifusión en gel de agar (IDAG). A través de una encuesta la información de los rebaños fue agrupada en variables del predio, del rebaño, de manejo, origen y destino de los ovinos. Se usó una regresión logística para análisis. Los resultados obtenidos fueron una seroprevalencia de 9.99%. Encontrándose que la edad es un factor de riesgo para diagnosticar ovinos enfermos (OR=3.57). La raza Rambouillet presentó mayor riesgo de contraer la enfermedad (OR=1.11). No llevar prácticas sanitarias resultó un factor de riesgo para la enfermedad (OR=9.49). La compra de animales foráneos, puede ser un factor de riesgo (OR=4.51 y 5.86). Los resultados sugieren que existe más riesgo de paratuberculosis, conforme más grande sea el total de animales y más intensivo sea el manejo del predio. Será necesario más investigación para aclarar los factores del huésped que están asociados con la resistencia a la infección, ya que lo registrado fue que existe un factor racial para animales seropositivos, y el riesgo es mayor cuando se adquieren ovinos fuera de su localidad, sin chequeo sanitario.

Palabras clave: Pruebas Serológicas, Enfermedad de Johne, Factores de Riesgo.

ABSTRACT

Flock management practices associated with the seroprevalence of paratuberculosis (Ptb) in sheep were identified, in San Luis Potosi, México. Blood samples (242) were diagnosed by using the immunodiffusion test in agar gel (IDAG). Through a survey, information about the flocks was grouped into variables of the farm, flock, management, origin and destination of the sheep. A logistic regression was used for analysis. The results obtained were a seroprevalence of 9.99 %, and it was found that age is a risk factor to diagnose sick sheep (OR=3.57). The Rambouillet breed presented greater risk of contracting the disease (OR=1.11). Not having sanitary practices was a risk factor for the disease (OR=9.49). The purchase of foreign animals can be a risk factor (OR=4.51 and 5.86). The results suggest that there is a higher risk of paratuberculosis when the total of animals is higher and the farm management is more intensive. Further studies will be necessary to clarify the factors of the host that are associated with resistance to infection, since it was found that there is a breed factor for seropositive animals, and the risk is greater when sheep are purchased outside the locality, without a sanitary revision.

Keywords: Serologic tests, Johne disease, risk factors.

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) es la causa de la paratuberculosis, que es una enfermedad crónica causando enteritis en rumiantes, caracterizada por inflamación granulomatosa, transmitida principalmente por vía fecal o alimento contaminado (Sigurðardóttir *et al.*, 2004). La manifestación clínica de Ptb en ovinos se observa a edades más tempranas que en bovinos, siendo la pérdida progresiva de peso la primera manifestación, la fuente primaria de infección son los animales adultos infectados. A diferencia del ganado bovino, los ovinos y cabras normalmente no muestran signos de diarrea y debido al gradual enflaquecimiento, la enfermedad se pasa por alto en la mayoría de los casos (Dhand *et al.*, 2007). Para diagnosticar la enfermedad existen varias pruebas. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad de estas pruebas varían según la fase en la que se encuentra la enfermedad. La correcta elección y aplicación de cada una de estas pruebas de diagnóstico depende principalmente del costo y factibilidad para establecer un programa de control (Singh *et al.*, 2013). La prueba de Inmunodifusión en gel de agar (IDGA), es una prueba utilizada en ovinos, y raramente clasifica una oveja sana como infectada (pocos falsos positivos), pero puede clasificar erróneamente muchas ovejas infectadas (falsos negativos). Teniendo en cuenta grandes rebaños para tomar muestras, es necesario una prueba serológica cuyo costo sea bajo, específico y sensible. En una prueba para determinar la especificidad y sensibilidad en las ovejas con las pruebas de ELISA e IDGA registraron una especificidad similar de 95% y 100% respectivamente y baja sensibilidad para IDGA (24.6 %), mientras que ELISA registró 41.5% (Sergeant *et al.*, 2003). Las mortalidades y subsecuentes pérdidas económicas de ovinos con enfermedad de Johne varían considerablemente entre rebaños infectados, incluso entre lotes con características aparentemente similares. Alguna variación inter-rebaño podría estar relacionada con diferencias en la etapa de la epidemia de la enfermedad, sin embargo, parece que hay otros factores de riesgo que son capaces de afectar la prevalencia de Ptb en el rebaño o explotación (Bush *et al.*, 2006).

Se considera que hay una mayor prevalencia de paratuberculosis en ovinos cuyas madres tienen una condición corporal muy baja, y que son indicadores de nutrición inadecuada y estrés. Una condición corporal baja aumenta la posibilidad de transmisión de la infección a la descendencia por rutas horizontal y vertical,

y se refleja en las primeras 12 semanas de vida de las crías, etapa de mayor susceptibilidad a la enfermedad. Otros factores como mayor densidad de población, alta precipitación y acceso a aguas abiertas, son factores que se cree ayudan a la transmisión. Las ovejas de raza Merino son más propensas a morir a causa de la enfermedad de Johne, comparado con otros tipos de ovejas (Lugton, 2004). También se ha reportado que en épocas de sequía, la muerte de casi un tercio de rebaños infectados por la enfermedad ovina de Johne no se relacionó con la infección de Map, pero se podría reducir al mejorar las prácticas del manejo nutricional y manejo de la enfermedad (Bush *et al.*, 2006).

En un estudio para determinar la duración de la supervivencia en el medio ambiente de Map bajo las condiciones de Australia y para investigar la efectos de un número de factores, incluyendo la radiación solar, pH y humedad del suelo, se identificaron altos niveles de contaminación en los pastos; y para bajar la contaminación se recomendó realizar pastoreos no selectivos con huéspedes no susceptibles, o bien, pastoreo mecánico, que incidiera en menor nivel de sombra en el suelo para acelerar su descontaminación (Whittington *et al.*, 2004).

En los sistemas de manejo extensivo, las ovejas paren y crían en los pastos. Práctica que no es factible para separar a los corderos recién nacidos de las ovejas y criarlos artificialmente, como se hace con el ganado lechero. Tampoco es posible eliminar a las ovejas y corderos de las pasturas, y darles de comer una ración preparada. Por estrategia comercial, madres y crías deben estar juntas en los pastos hasta que sean destetados (Abbott *et al.*, 2004).

La gravedad de la infección o el grado de difusión dentro de un rebaño depende de las condiciones de manejo, número de animales infectados y duración de la infección en el grupo. Debido al largo periodo de incubación, muchos animales en el grupo pueden estar expuestos o infectados subclínicamente. Comprender las vías de transmisión de la enfermedad será crucial para el control de la Paratuberculosis. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue identificar prácticas de manejo asociadas con la seroprevalencia de Ptb, por medio del análisis de regresión logística, en ovejas infectadas naturalmente de rebaños en dos municipios de San Luis Potosí, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en rebaños de ovinos de dos municipios del Altiplano Potosino; Villa de Ramos (22° 37' N y 101° 42' O) a 2070 m de altitud, y en Salinas (22° 50' N y 101° 55' O) a 2200 m de altitud. Presentan una temperatura media anual de 18.7 °C y precipitación pluvial media anual de 391 mm, predomina vegetación de matorral micrófilo desértico, espinoso, izotal, pastizal, nopalera y cardonal de cuyas asociaciones se tienen especies como: *Larrea tridentata*, *Prosopis laevigata*, *Acacia berlandieri*, *Flourensia cernua*, *Opuntia* spp. *Yucca filifera* y como pasto a *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Erioneuron pulchellum* y *Distichlis spicata* (Medina et al., 2005).

Diseño del estudio. Los datos sobre prácticas de manejo fueron recolectados a partir de una encuesta realizada a productores. La población de estudio se basó de acuerdo al censo ganadero del estado de San Luis Potosí. Para determinar el tamaño de la muestra se consideró una prevalencia estimada de paratuberculosis ovina de 15% (Coelho et al., 2008) y se utilizó en un muestreo aleatorio simple, ya que no existen datos en la región, empleando un nivel de confianza de 95.0% y un porcentaje de error de 5.0%; donde según la metodología de Lwanga y Lemeshow (1991), se obtuvo un tamaño de muestra de 196 ovinos para encontrar al menos un caso. En estos rebaños no se tenían antecedentes de incidencia de la enfermedad, y los ovinos no presentaban signos clínicos de infección por Map. La selección de las explotaciones se hizo de forma aleatoria y de acuerdo a la disposición y cooperación de los productores, para facilitar datos y toma de las muestras sanguíneas de acuerdo al tamaño del rebaño seleccionado.

Procedimiento Serológico. 242 muestras sanguíneas fueron tomadas de hembras adultas en etapa productiva, mayores de dos años de edad. El diagnóstico serológico se hizo por la prueba de inmunodifusión en gel de agar (IDGA). Las muestras de sangre (5 mL^{-1}) por animal, se obtuvieron de la vena yugular en tubos de ensayo para venopunción, a las cuales se les separó el suero y se congeló a -20°C hasta procesar los sueros por duplicado mediante la prueba de IDGA. Para la preparación del gel, se pesaron 0.5 g de agar noble (Difco laboratories), los cuales se disolvieron por calentamiento en 50 mL de buffer salino de fosfatos (PBS 1X) para obtener una concentración final de 0.75% de agar. Una vez disuelta, se añadió 1 mL de azida de sodio al 0.2% y posteriormente, se colocaron 15 mL del agar en

una caja de petri para formar el gel. Una vez polimerizado, se realizaron las perforaciones para formar las rosetas. En el pozo del centro se colocó el antígeno protoplasmático de la cepa de Map 3065 (Martínez et al., 2012), y en los pozos periféricos los sueros problema en cantidades iguales ($30 \mu\text{L}$). La caja se mantuvo en una cámara húmeda y se incubaron a 37°C entre 4 y 48 h para realizar la lectura. Se utilizó un suero control positivo comercial (Allied Monitor Inc., Estados Unidos de América), el cual indica que si se presenta una línea de precipitación bien definida entre el pozo del antígeno y suero, se considera como resultado positivo, y en su ausencia como resultado negativo.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis univariado con la prueba de Chi-cuadrada y las variables con un valor $p \leq 0.15$ se sometieron a un análisis multivariado mediante regresión logística (RL) para conocer la asociación de algunas prácticas de manejo y la seroprevalencia de Ptb con el programa computacional SPSS versión 15.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago IL, USA). Si los animales fueron considerados positivos o negativos a Ptb por medio de la prueba de IDGA fue la variable respuesta. La información recolectada se clasificó en cuatro secciones como variables predictivas: 1) Variables concernientes al predio como: a) localidades; La Herradura, Villa de Ramos y Salinas, las dos primeras del municipio de Villa de Ramos y Salinas del municipio de Salinas, cada localidad con rebaños seleccionados al azar; b) superficie (la que ocupa el ganado, expresado en Ha); c) tamaño del rebaño (total de ovinos en el predio), d) manejo alimenticio (si el ganado es alimentado en pastoreo o en estabulación); 2) Variables concernientes al rebaño, tales como: a) edad (expresado en años), b) raza (criolla, cruza con Rambouillet y Rambouillet) y 3) Variables relacionadas con el manejo del rebaño, tales como: a) tipo de alimentación (agostadero, alimento balanceado o esquilmos), b) sanidad, c) reproducción y d) manejo general. Finalmente, 4) Variables relacionadas con el origen y destino, como lugar de: a) venta y b) compra del ganado ovino.

RESULTADOS Y DISCUSION

De 242 sueros de ovejas muestreadas, 21 fueron positivos a la prueba IDGA, resultando una prevalencia real de 9.99%. En el tamaño de los rebaños encuestados, predominaban las explotaciones entre 61-150 cabezas (48.35%; 117/242), mientras que en los otros grupos fueron menores a 60 cabezas (28.51%; 69/242) y mayores a 150 cabezas (23.14%; 56/242). La composición

mayoritaria fue por cruce de razas obtenidas a partir de la raza Rambouillet (74.8%; 181/242). Más de la mitad de los rebaños (64.9%; 157/242) fueron catalogados como rústicos, sin registros ni control sanitario o reproductivo. Los corrales de alojamiento nocturno estaban contruidos con madera y alambre de púas. La mayoría de las explotaciones de ovinos fueron de tipo extensivo (80.1%; 196/242); es decir, los ovinos pasaban gran parte del día en pastoreo, realizado en terrenos comunales, con superficies entre 1 y 200 ha (59.5%; 144/242). La reproducción se inspecciona alguna vez (cubriciones controladas, sincronización de celos) en el 68.6% de los rebaños (166/242). Para el manejo sanitario, los servicios veterinarios mostraron baja asistencia (10.0%) y solamente tres propietarios dijeron ocupar servicios de vacunación oficiales (brucelosis), prefiriendo pagar servicios veterinarios (Cuadro 1.)

El análisis univariado registró asociación significativa ($p < 0.15$) entre los rebaños seropositivos a la prueba IDGA y las doce variables estudiadas. Todas fueron incluidas en el modelo de regresión logística. Se identificó que la edad es un factor de riesgo para diagnosticar ovinos enfermos, pues resultó un $OR = 3.57$ con los ovinos de entre cuatro y seis años de edad. La raza Rambouillet presentó mayor riesgo de contraer la enfermedad ($OR = 1.11$) que los ovinos cruce con esta raza y los ovinos criollos de este estudio. Al no llevar prácticas de manejo sanitario resultó un factor de riesgo para la enfermedad ($OR = 9.49$). La compra de animales fuera del municipio u otro estado es un factor de riesgo con $OR = 4.51$ y 5.86 , respectivamente. Rebaños de entre 61 y 150 cabezas tuvieron mayor riesgo de ser seropositivos (Cuadro 2). En el análisis final de regresión logística se identificó que no hubo diferencias significativas

entre variables: "Localidad", "Superficie", "Pastoreo", "Alimentación", "Reproducción", "Manejo general" y "Venta".

La prevalencia de la paratuberculosis en México es en la actualidad poco conocido (Estévez-Denaives *et al.*, 2007); la prevalencia del 9.99% encontrada en este estudio, es el primer reporte en los municipios intervenidos. Es conveniente indicar que el impacto de la enfermedad no se refleja económicamente, pues cuando los productores tienen problemas con los ovinos infectados (emaciación), y al no responder a tratamientos de desparasitaciones y vitamínicos, prefieren enviarlos al rastro; razón por la cual los productores no reportan bajas por muerte.

Variables del Predio. Las muestras de este estudio fueron estratificadas por localidades a causa de presentar diferencias en el tipo de

Cuadro 1. Variables relacionadas con la seropositividad por IDGA a *Mycobacterium avium* subs. *paratuberculosis* mediante análisis univariado.

Variable	Categoría	Núm. Animales	% IDGA	Variable	Categoría	Núm. Animales	% IDGA
Localidad	Herradura	52	5.8	Manejo	Pastoreo	196	7.7
	Salinas	24	12.5	Alimento	Establo	46	13.0
	V. Ramos	166	9.0	Tipo de alimento	Agostad.	37	0.0
Superficie	0-200	144	9.7		Alimento balanceado	134	9.0
	201-500	57	7.0		Esquilmos	71	12.7
	501-3000	41	7.3	Raza	Criollo	51	5.9
Tamaño rebaño	10-60	69	8.7		C×R	181	9.4
	61-150	117	6.8		Rambouillet	10	10.0
	151-600	56	12.5	Manejo	Rústico	157	5.1
Edad	2-3	127	10.2		Tecnificado	85	15.3
	4-6	84	8.3	Reproducción	Con manejo	166	9.0
	7-8	31	3.2		Sin manejo	76	7.9
Venta	M. Mpio.	195	7.2	Sanidad	Con manejo	218	8.3
	O. Mpio.	47	14.9		Sin manejo	24	12.5
Compra	M. Mpio.	167	7.8				
	O. Mpio.	54	13.0				
	O. Edo.	21	4.8				

M=mismo; O=otro. C×R=cruza con Rambouillet.

Cuadro 2. Resultados de la regresión logística para la relación entre las variables en estudio y los resultados positivos a Map.

Clasificación	Variable	P	Odds ratio	Intervalo de Confianza 95 %	
				Inferior	Superior
Predio	Localidad				
	La Herradura				
	Salinas	0.281	1.08	1.67	7.83
	Villa de Ramos	0.149	5.82	2.85	40.13
	Superficie ha				
	1 - 20				
	201 - 500	0.085	1.83	1.06	60.66
	501 - 3000 has	0.103	0.89	0.27	30.67
	Total animales				
	20 - 60				
	61 - 150	0.008	0.79	0.03	24.59
	151 - 600	0.023	0.15	0.02	1.31
	Pastoreo				
	Estabulado				
	Pastoreo	0.998	0.03	0.00	45.86
Rebaño	Edad (años)				
	2 - 3				
	4 - 6	0.002	3.57	0.36	35.53
	7 - 10	0.076	1.49	0.13	17.56
	Raza				
	Criolla				
	Cruza	0.228	0.01	0.00	21.48
	Rambouillet	0.036	1.11	0.00	13.37
Manejo	Alimentación				
	Agostadero				
	Alimento balanceado	0.989	1.80	0.00	0.00
	Esquilmos	0.870	0.88	1.18	0.14
	Sanidad				
	con manejo				
	sin manejo	0.040	9.49	0.01	63.27
	Reproducción				
	sin manejo				
	con manejo	0.658	0.41	0.01	20.67
	Manejo general				
	Rústico				
	Tecnificado	0.100	0.08	0.00	1.64
Origen y destino	Compra				
	Mismo municipio				
	Otro mpio	0.015	4.51	0.11	95.12
	Otro estado	0.021	5.86	0.08	130.73
	Venta				
	Mismo mpio				
	Otro mpio	0.296	2.30	0.11	106.24
	Constante	0.001	1.20	0.32	143.12

manejo que se da en cada zona, ya que se encontraban a distancias relativamente grandes (20 km), aunque las condiciones ambientales (orográficas, suelo y vegetación) eran semejantes en las tres localidades; sin embargo, no hubo asociación significativa entre localidades y presencia de ovinos seropositivos. Los rebaños fueron agrupados de acuerdo a la superficie donde alojaban el ganado la mayor parte del tiempo, y de igual forma al total de animales que conformaba el rebaño con la finalidad de determinar la densidad animal, el hacinamiento o el contacto con otros ovinos que pudieran ser factores para la transmisión de Map, registrando que en ninguna de las tres categorías de superficie, es un factor de riesgo para contraer la enfermedad, sin embargo, en el total de animales del predio, existió menor riesgo de contraer la enfermedad cuando el rebaño fue >61 ovinos. Esto concuerda con lo reportado por Coelho *et al.* (2010) quienes mencionan que rebaños con 31 a 60 ovinos, tienen un alto riesgo de presentar la enfermedad, infiriendo que en los rebaños pequeños, el contacto entre animales es mayor que en rebaños más grandes.

Situación similar ocurre en aquellas explotaciones que son manejadas en patios o en la misma casa, teniendo mayor contacto con las excretas. En rebaños mayores, Mainar-Jaime y Velázquez-Boland (1998) reportan mayor cantidad de seropositivos en rebaños mayores de 200 ovinos, lo que fue asociado con prácticas de manejo deficiente y mayor contacto con otros ovinos. Se ha mencionado que la tasa alta de población en sistemas extensivos, tiene efectos perjudiciales que conducen a la mala condición corporal de las ovejas de parto o de su progenie debido a la competencia por el alimento, y en animales estresados e infectados pueden empezar a eliminar micobacterias; así mismo, las ovejas en movimiento a lo largo de las carreteras, también frecuentados por las ovejas de los rebaños vecinos, aumenta la probabilidad de contagio (Dhand *et al.*, 2007).

Variables de Rebaño. La edad se identificó como un factor de riesgo en ovinos de entre 4 y 6 años de edad, comparado con los grupos de mayor edad, condición presentada por la naturaleza de la enfermedad y la técnica de diagnóstico elegida (IDGA), ya que los animales más susceptibles de contraer la infección son los jóvenes, pero las manifestaciones clínicas aparecen a la edad de dos a cinco años (McGregor *et al.*, 2012). Sin embargo, un resultado negativo no prueba que el animal esté libre de la infección, ya que puede ser re-

flejo únicamente de que las muestras analizadas no contienen anticuerpos, y debido a que la sensibilidad de esta técnica serológica es mayor en animales con lesiones lepromatosas, con un nivel elevado de excreción de Map en heces o animales que se encuentran en las fases más tardías de la enfermedad con signos clínicos, lo que dificulta identificar animales en fases tempranas de la infección. En cuanto a los resultados de las razas y sus cruza, se encontró mayor número de animales seropositivos en los ovinos de la raza Rambouillet en comparación con los criollos o cruza; esto podría estar relacionado, aunque no fue posible medirlo, con la susceptibilidad-resistencia de la infección entre razas. La diferencia encontrada con respecto a los ovinos criollos podría deberse a la adaptación, o bien que los ovinos de raza pura están infectados y al ser introducidos al rebaño, se disemina la enfermedad. Por otra parte, también se observó que las razas puras son adquiridas para mejora genética y tienen un manejo intensivo en el área de estudio.

Variables de Manejo. Las prácticas de manejo como alimentación no fueron representativas para ser un factor de riesgo, ya que de acuerdo a esta variable no hubo diferencia en el tipo de alimento que se ofreció. Sobre las prácticas sanitarias como manejo del estiércol, desparasitaciones y vacunaciones de rutina (brucelosis, clostridiosis y salmonelosis) previenen la transmisión de la enfermedad (Green, 2010). De acuerdo a los rebaños evaluados, la mayoría son manejados como explotaciones extensivas de pastoreo y el manejo del estiércol no es un problema latente para la transmisión de la enfermedad, pues los rebaños que utilizan corrales de encierro nocturno son rotativos; es decir, según se vaya agotando la vegetación van construyendo nuevos corrales, y así, evitan la acumulación de estiércol en una área determinada. El aspecto de sanidad animal es incipiente o escasa, pues la mayoría de los rebaños no tiene acceso a servicios médicos veterinarios y menos a información sobre transmisión y prevención de la enfermedad, razones importantes para el control de la Ptb. El manejo reproductivo no fue significativo para estar relacionado con la transmisión de la paratuberculosis en este estudio. La mayoría de las explotaciones se infectan a través de la compra de animales enfermos y a partir de animales portadores por vía fecal-oral e ingestión accidental de materia fecal (situación a considerar cuando se diagnostica un rebaño positivo). Por lo tanto, factores como la compra y venta de ganado, deberán ser tomados en cuenta para minimizar el riesgo

de la infección. En este estudio, la compra resultó ser la práctica de mayor riesgo en la seroprevalencia de la Ptb. Por lo tanto, para este punto se debe contar con un diagnóstico eficiente para reducir el riesgo de ingreso de nuevas enfermedades a cada rebaño (Figura 1).

CONCLUSIONES

Se identificó una relación causa-efecto que contribuye al diseño de futuras estrategias de riesgos. Varios factores de este estudio fueron asociados con la seropositividad. Los resultados sugieren que conforme es más grande el total de animales en el predio, mayor será la seroprevalencia, y también, que cuanto más intensivo sea el manejo, es posible que exista más riesgo de Ptb por contagio fecal-oral propio. Se confirmó que la prevalencia de Ptb en ovinos, es mayor en rebaños que adquieren sus ovinos fuera de su localidad, y que no toman en cuenta las condiciones de salud del rebaño precedente. Las variaciones de Ptb entre rebaños, sugiere que el manejo es un factor que influye en la expresión de la Ptb y que las recomendaciones sobre este tema pueden mejorar el control de la enfermedad en el rebaño y aplicarse en áreas geográficas similares.

LITERATURA CITADA

- Abbott K., Whittington R., McGregor H. 2004. Exposure Factors Leading to Establishment of OJD Infection and Clinical Disease: Epidemiology of OJD-1. Project report. Meat and Livestock Australia Limited, North Sydney, NSW, Australia. [en línea] MLA: 2004 [acceso 28 de octubre de 2013] URL disponible en: <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/961/1/OJD.002A%20Final%20Report.pdf>
- Bush R. D., Toribio J-A. L.M.L. 2006. Windsor PA. The impact of malnutrition and other causes of losses of adult sheep in 12 flocks during drought. *Australian veterinary journal*. 84: 254-260.
- Bush R.D., Windsor P. A., Toribio J-A. L.M.L. 2006. Losses of adult sheep due to ovine Johne's disease in 12 infected locks over a 3-year period. *Australian veterinary journal*. 84: 246-253.
- Coelho A.C., Pinto M.L., Coelho A.M., Aires A., Rodríguez J.A. 2010. seroepidemiological survey of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in sheep from the North of Portugal. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 30(11):903-908.
- Coelho A.C., Pinto M.L., Coelho A.M., Rodrigues J., Juste R. 2008. Estimation of the prevalence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* by PCR in sheep blood. *Small ruminant research*. 76:201-206
- Dhand N.K., Epplenston J., Whittington R.J., Toribio J-A. L.M.L. 2007. Risk factors for ovine Johne's disease in infected sheep flocks in Australia. *Preventive veterinary medicine*. 82:51-71.



Figura 1. A: Oveja enferma. B-D: Rebaños tipo en la region de San Luis Potosí, México.

- Estévez-Denaives I., Hernández-Castro R., Trujillo-García A.M., Chávez-Gris G. 2007. Detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in goat and sheep flocks in Mexico. Small ruminant research. 72:209-213.
- Green L.E. 2010. Epidemiological information in sheep health management. Small ruminant research. 92:57-66.
- Lugton I.W. 2004. Cross-sectional study of risk factors for the clinical expression of ovine Johne's disease on New South Wales farms. Australian veterinary journal.82: 355-365.
- Lwanga S.K., Lemeshow S. 1991. Sample Size Determination in Health Studies. A Practical Manual. World Health Organization (WHO) Geneva, Switzerland. 1-80.
- Mainar-Jaime R.C., Vázquez-Boland J.A. 1998. Factors associated with seroprevalence to *Mycobacterium paratuberculosis* in small-ruminant farms in the Madrid region (Spain). Preventive veterinary medicine. 34:317-327
- Martínez A.G., Santillán M.A., Guzmán C.C., Favila L.C., Córdova D.L., Díaz E.A., Hernández L.A., Blanco M.Á. 2012. Desarrollo de un inmuno-ensayo enzimático (ELISA) para el diagnóstico de paratuberculosis en bovinos. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 3(1):1-18.
- McGregor H., Dhand N.K., Dhungyel O.P., Whittington R.J. 2012. Transmission of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: Dose-response and age-based susceptibility in a sheep model. Preventive veterinary medicine.107:76-84.
- Medina G. M., Díaz P.G., Loredó O.C., Serrano A.V. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de San Luis Potosí. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental San Luis Potosí, México; Libro Técnico 2: 322 [en línea] INIFAP [acceso 2 de julio de 2013] URL disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1081/167.pdf?sequence=1>
- Sergeant E.S.G., Marshall D.J., Eamensc G.J., Kearns C., Whittington R.J. 2003. Evaluation of an absorbed ELISA and an agar-gel immunodiffusion test for ovine paratuberculosis in sheep in Australia. Preventive veterinary medicine. 61:235-248.
- Sigurðardóttira Ó.G., Valheim M., Press C. M. 2004. Establishment of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in the intestine of ruminants. Advanced drug delivery reviews. 56:819-834.
- Singh S. V., Sohal J. S., Kumar N., Gupta S., Chaubey K.K., Rawat, K.D., Chakraborty S., Tiwari R., Dhama. 2014. Recent Approaches in Diagnosis and Control of Mycobacterial Infections with Special Reference to *Mycobacterium avium* subspecies. Advances in animal and veterinary sciences. 2 (1S):1-12.
- Whittington R.J., Marshall D.J., Nicholls P.J., Marsh I.B., Reddacliff L.A. 2004. Survival and Dormancy of *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis*. Applied and environmental microbiology. 70:2989-3004.

